

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-315037

(43)Date of publication of application : 13.11.2001

(51)Int.Cl.

B23Q 3/155

B23Q 3/157

(21)Application number : 2000-134620

(71)Applicant : MORI SEIKI CO LTD  
INTELLIGENT MANUFACTURING SYSTEMS  
INTERNATL

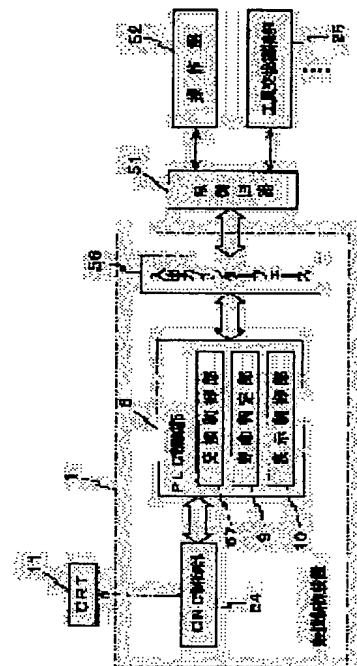
(22)Date of filing : 08.05.2000

(72)Inventor : AKAMATSU YOSHIKI  
FUJISHIMA MAKOTO

## (54) AUTOMATIC TOOL CHANGER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an automatic tool changer detecting the service life of a cam follower and deliberately replacing it.  
**SOLUTION:** This automatic tool changer is provided with a rotary shaft, a replacing arm fixed thereto, an engagement roller rotatably supported by a bearing, a tool replacing mechanism 26 having the cam follower fitted to the rotary shaft, a cam body engaged with the engagement roller of the cam follower, and a drive means for driving the cam body, and a control part 57 controlling the operation of the tool replacing mechanism 26. This device is also provided with a service life determination part 9 counting the operation frequency in the tool replacing mechanism 26 and determining whether an accumulated operation frequency reaches the reference operation frequency to be the service life reference. This device can be maintained deliberately by detecting the service life of the bearing comprising the cam follower.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-315037  
(P2001-315037A)

(43) 公開日 平成13年11月13日 (2001.11.13)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 2 3 Q 3/155		B 2 3 Q 3/155	E 3 C 0 0 2
3/157		3/157	M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-134620(P2000-134620)

(22) 出願日 平成12年5月8日(2000.5.8)

(71) 出願人 000146847

株式会社森精機製作所

奈良県大和郡山市北郡山町106番地

(71) 出願人 300035331

インテリジェント マニファクチャリン  
グ システムズ インターナショナル  
米国 カリフォルニア州 95814 サクラ  
メント セブンスストリート 1500番地  
7号の0

(74) 代理人 100104662

弁理士 村上 智司

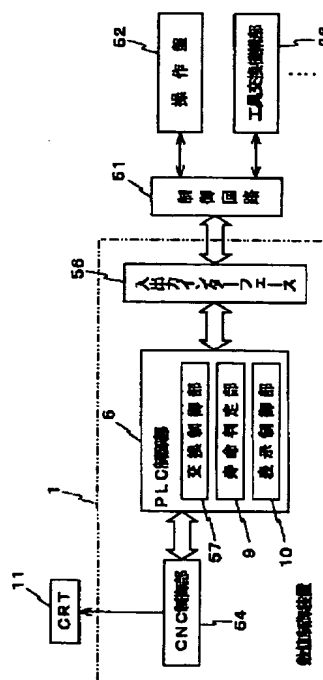
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動工具交換装置

(57) 【要約】

【課題】カムフォロアの寿命を検出し、これを計画的に交換することができるようにした自動工具交換装置を提供する。

【解決手段】回転軸及びこれに固設された交換アーム、ベアリングによって回転自在に支持された係合ローラを具備し、回転軸に取り付けられたカムフォロア、カムフォロアの係合ローラに係合するカム体並びにカム体を駆動する駆動手段を備えた工具交換機構部26と、工具交換機構部26の作動を制御する制御部57とを設ける。工具交換機構部26における動作回数を計数し、累計動作回数が寿命基準たる基準動作回数に達したか否かを判定する寿命判定部9を設ける。カムフォロアを構成するベアリングの寿命を検出することで、その計画的なメンテナンスを行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転自在に支持された回転軸と、この回転軸に固設された交換アームと、ベアリングによって回転自在に支持された係合ローラを具備し、前記回転軸と係合するように配設されたカムフォロアと、該カムフォロアの前記係合ローラと係合する係合溝を具備したカム体と、該カム体を駆動する駆動手段とを備え、前記駆動手段によって前記カム体を駆動することにより、前記カム体と係合する前記カムフォロアを介して、前記回転軸を軸方向に移動させ、及び／又は軸周りに回転させるように構成された工具交換機構部、並びに該工具交換機構部の交換動作を制御する制御部を備えた自動工具交換装置において、

前記工具交換機構部における工具交換動作の動作回数を計数し、累計された動作回数が予め定められた基準動作回数に達したとき、前記カムフォロアのベアリングが寿命になったと判定する寿命判定部を備えたことを特徴とする自動工具交換装置。

【請求項2】 前記工具交換機構部の交換動作が工具径により異なる交換動作をとるように設けられ、前記寿命判定部が、前記各交換動作に要する時間に応じて前記計数される動作回数に重み付けを加えるように構成されてなる請求項1記載の自動工具交換装置。

【請求項3】 前記累計動作回数と前記基準動作回数との比率関係を図形化して表示する表示手段を備えてなる請求項1又は2記載の自動工具交換装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は工作機械の自動工具交換装置に関し、特にカムとカムフォロアとの係合関係によって交換アームを回転駆動するように構成された自動工具交換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】上述した自動工具交換装置を備えた工作機械の一例を図3乃至図5を用いて説明する。図3に示すように、例示した工作機械12はいわゆる立形のマシンニングセンタと呼ばれる機械であり、ベッド13と、このベッド13上に立設されたコラム14と、コラム14に支持されて上下方向に移動可能となった主軸頭15と、主軸頭15に支持され、軸中心に回転自在となった主軸16と、この主軸16の下方にあってベッド13上に配設されるテーブル17と、主軸頭15の左側方に設けられた工具マガジン21と、工具マガジン21の下端部に設けられ、主軸16に取り付けられた工具Tと工具マガジン21の保持ポット23に格納された工具Tとを交換する工具交換機構部26と、これら各部の作動を制御する図5に示した数値制御装置50などを備えてなる。

【0003】前記工具マガジン21は、工具ホルダTHを保持する複数の保持ポット23と、外周部に前記保持

ポット23を一定間隔で保持する円板状の保持プレート24と、保持ポット23と保持プレート24を囲繞するカバー22などからなる。

【0004】前記工具交換機構部26は、図4に示すように、主軸16（図3参照）に対して平行に配設された回転軸27と、両端部に工具保持部28aを備え、前記回転軸27の下端部に固設された交換アーム28と、前記回転軸27の中間部外周に一定角度ごと突設され、前記回転軸27をその軸中心に回転させるローラ状のカムフォロア33と、このカムフォロア33直下の前記回転軸27に係合し、前記回転軸27をその軸方向に移動させるレバー状のカムフォロア34と、外周面に形成されたガイド溝が前記カムフォロア33と係合するように設けられ、且つ端面に形成されたガイド溝が前記カムフォロア34と係合するように設けられたローラギヤカム35と、このローラギヤカム35に一体的に固設されたギア41と、伝達ギヤ38、39などを介して前記ギヤ41に回転動力を伝達するモータ36などを備えてなる。尚、カムフォロア33はローラギヤカム35の外周ガイド溝と係合する係合ローラをベアリングによって回転自在に支持した構造を備え、カムフォロア34も前記端面ガイド溝と係合する係合ローラを備え、この係合ローラをベアリングによって回転自在に支持した構造を備えている。

【0005】斯くして、前記モータ36からギヤ38、39、41などを介してローラギヤカム35に回転動力が伝達され、ローラギヤカム35がその軸中心に回転すると、このローラギヤカム35と係合するカムフォロア33の作動によって回転軸27が軸中心に回転せしめられる一方、同じくローラギヤカム35と係合するカムフォロア34の作動によって回転軸27がその軸方向に移動せしめられる。そして、かかる回転軸27の作動によって後述する交換アーム28の交換動作が実現される。

【0006】また、図5に示すように、前記数値制御装置50はCNC制御部54、PLC制御部55及び入出力インターフェース56などからなり、この入出力インターフェース56を介して外部の制御回路51に接続している。また、制御回路51には操作盤52や前記工具交換機構部26などが接続している。

【0007】前記CNC制御部54は、格納された加工プログラムなどを実行処理して、テーブル17や主軸頭15の軸移動など工作機械12の基本的な機能部分やCRT11の表示などを制御する制御部であり、また、PLC制御部55は交換制御部57などの処理部を備え、前記工具マガジン21や工具交換機構部26の作動など、工作機械12の補助的な機能部分を制御する。尚、CRT11には、通常、加工プログラムや工具の現在座標位置などが表示されるようになっている。

【0008】前記交換制御部57は、上述したように、制御回路51を介して前記工具交換機構部26の作動を

制御するが、通常は、加工プログラムを実行処理するCNC制御部54から工具交換指令を受信して前記工具交換機構部26を駆動し、工具交換動作を行わせる。また、操作盤52から工具交換指令を入力する手動操作によっても前記工具交換機構部26に工具交換動作を行わせることが可能であるが、この場合、操作盤52から入力された工具交換指令は制御回路51、入出力インターフェース56、PLC制御部55を順次経由してCNC制御部54に送信され、この後、当該CNC制御部54から前記交換制御部57に工具交換指令が出力され、これを受信した交換制御部57によって前記工具交換機構部26が駆動され、工具交換が行われる。

【0009】斯くして、上記工具交換機構部26及び交換制御部57などから上述した自動工具交換装置が構成され、以下の手順により、主軸16に装着された工具Tが自動的に新たなものと交換される。

【0010】即ち、まず、工具マガジン21の所望の新たな工具ホルダTHを保持した保持ポット23が交換位置に移送され、工具交換可能な状態になると、次に、前記カムフォロア33の作動によって回転軸27がその軸中心に90°（これを正方向とする）回転せしめられ、これと共に交換アーム28が90°回転して、図3に示す如く、主軸16側の使用済みの工具ホルダ（以下、現工具ホルダという）TH及び保持ポット23側の新たな工具ホルダ（以下、次工具ホルダ）THが、それぞれ交換アーム28両端の工具保持部28aに保持される。

【0011】ついで、前記カムフォロア34の作動によって回転軸27がその軸方向に進出せしめられると、交換アーム28に保持された現工具ホルダTH及び次工具ホルダTHがそれぞれ主軸16及び保持ポット23から抜き取られ、このようにして次工具ホルダTHが抜き取られた後、前記カムフォロア33の作動によって回転軸27が正方向に180°回転せしめられ、ついで前記カムフォロア34の作動によって軸方向に後退せしめられる。以上により、次工具ホルダTHが主軸16に装着されるとともに、現工具ホルダTHが保持ポット23に保持される。

【0012】ついで、前記カムフォロア33の作動によって回転軸27が逆方向に90°回転せしめられて原位置に復帰せしめられた後、前記保持ポット23が前記割出位置に移送され、これがカバー22内に格納される。以上の作動により、主軸16に装着された現工具ホルダTHと工具マガジン21に格納された次工具ホルダTHとが交換される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のようにカムフォロア33、34にはベアリングが使用されており、当然のことながら、かかるベアリングには転動体の摩耗などに起因した作動限界、即ち寿命が存在する。しかるに、従来の自動工具交換装置においては、かかる

ベアリングの寿命を検出していなかったため、自動工具交換装置の稼働中にカムフォロア33、34のベアリング部が寿命に至ってこれが破損し、破損時の動作状態によっては、これを復帰させるのに長時間を要するといった問題があった。

【0014】また、カムフォロア33、34のベアリング部が破損した場合、その破損状態によっては他の部品までもが破損してしまう危険があり、このようにして破損部品が拡大すると、これらの修理に長時間を要することとなり、工作機械の稼働率が低下するという問題を生じる。また、ベアリングの予備が無い場合には、これを手配した後でなければ修理を行うことができず、この場合にも工作機械の稼働率が低下することになる。

【0015】本発明は、以上の問題点を鑑みなされたものであって、上記カムフォロアの寿命を検出し、これを計画的に交換することができるようにした自動工具交換装置の提供を目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段及びその効果】上記目的を達成するための本発明の請求項1に係る発明は、回転自在に支持された回転軸と、この回転軸に固設された交換アームと、ベアリングによって回転自在に支持された係合ローラを具備し、前記回転軸と係合するように配設されたカムフォロアと、該カムフォロアの前記係合ローラと係合する係合溝を具備したカム体と、該カム体を駆動する駆動手段とを備え、前記駆動手段によって前記カム体を駆動することにより、前記カム体に係合する前記カムフォロアを介して、前記回転軸を軸方向に移動させ、及び／又は軸周りに回転させるように構成された工具交換機構部、並びに該工具交換機構部の交換動作を制御する制御部を備えた自動工具交換装置において、前記工具交換機構部における工具交換動作の動作回数を計数し、累計された動作回数が予め定められた基準動作回数に達したとき、前記カムフォロアのベアリングが寿命になったと判定する寿命判定部を備えたことを特徴とするものである。

【0017】本発明に係る自動工具交換装置によれば、前記寿命判定部により工具交換の動作回数がカウントされ、累計された動作回数が予め定められた基準動作回数に達したとき、カムフォロアのベアリングが寿命に達したと判定される。

【0018】通常、ベアリングの寿命は、これが一定の負荷状態で作動するとき、その累積動作時間で評価される。従って、上記カムフォロアのベアリングに作用する負荷などが分かれば（勿論かかる負荷は設計上の理論値として認識することができる）、当該ベアリングが寿命となるまでの理論的な動作時間を算出することができる。一方、通常、1回の工具交換動作に要する時間は一定であって、その動作時間はこれを容易に測定することができ、この工具交換動作に占める個々のベアリングの

動作時間もまた、実測若しくは理論的にこれを算出することができる。

【0019】したがって、工具交換の動作回数をカウントしてこれを累計することで、個々のベアリングの累積動作時間を算出することができ、算出された累積動作時間から当該ベアリングの寿命を判定することができる。そこで、本発明では、予め算出された寿命時間を1回の動作時間で除して、寿命となるまでの動作回数を基準動作回数として算出する一方、工具交換の実動作回数をカ

ウントして累計し、累計された動作回数が基準動作回数に達したとき当該ベアリングが寿命に達したと判定するようにしている。

【0020】このように、この発明によれば、寿命判定部によってベアリングの寿命を検出するようにしているので、前もって交換用のベアリングを用意し、当該ベアリングが寿命となる前にこれを交換するといった計画的なメンテナンスを行うことができる。そして、工作機械の稼働計画に合わせてその停止中にこのメンテナンス作業を行うようにすれば、更に稼働率の向上を図ることができる。従って、上述のような、自動工具交換装置の稼働中にベアリングが寿命により破損してその復帰に長時間を要し、工作機械の稼働率が低下するといった問題が生じるのを防止することができる。

【0021】また、本発明の請求項2に係る発明は、請求項1記載の自動工具交換装置において、前記工具交換機構部の交換動作が工具径により異なる交換動作をとるように設けられ、前記寿命判定部が、前記各交換動作に要する時間に応じて前記計数される動作回数に重み付けを加えるように構成されてなることを特徴とするものである。

【0022】工作機械によっては、工具交換の動作態様が工具径によって異なるものがある。例えば、大径の工具と小径の工具とを交換する場合には、主軸に装着された現工具を工具マガジンに返却した後、工具マガジン側の次工具を主軸に装着するというように、工具交換にあたり工具交換機構部が一連の交換動作を2回繰り返す一方、同径工具同士（大径工具同士及び小径工具同士）の交換の場合には、工具交換機構部が一連の交換動作を一度だけ行うようになったものがある。

【0023】このような場合に、上記請求項1に係る発明のように、工具交換の実動作回数を一律にカウントして得られた累計動作回数と基準動作回数を単純に比較すると、上述した大径工具と小径工具とを交換する場合には、同径工具同士を交換する場合に比べて、ベアリング部の摩耗が2倍進行することから、正確な寿命判定を行うことができないという問題がある。そこで、本発明においては、各交換動作に要する時間に応じてカウントされる動作回数に重み付けを加えるようにしている。具体的には、上記大径工具と小径工具とを交換する場合には、2をカウントして累計し、同径工具同士を交換する

場合には1をカウントして累計する。このようにすれば、交換動作の態様によって異なるベアリングの摩耗進行を正確に寿命判定に反映させることができ、当該寿命判定を正確に行うことができる。

【0024】また、本発明の請求項3に係る発明は、請求項1又は請求項2に記載した自動工具交換装置において、前記累計動作回数と前記基準動作回数との比率関係を図形化して表示する表示手段を設けてなるものである。

【0025】この発明によれば、表示手段により前記累計動作回数と前記基準動作回数との比率関係が図形化されて表示される。これにより、ベアリングの消耗度合いを一目見て確認することができ、また、日々の消耗進行度合いを観察することで、何時ベアリングが寿命となるのかを容易に予測することが可能となり、そのメンテナンス計画を立て易くなる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態に係る自動工具交換装置を備えた工作機械について、添付図面に基づき説明する。図1は、本実施形態に係る数値制御装置などを示したブロック図であり、図2は、CRTに表示される表示画面の一例を示した説明図である。尚、本例は図3乃至図5に記載の自動工具交換装置を備えた工作機械を改良したものであって、これと数値制御装置の構成が一部異なるのみである。したがって、同じ構成部分については、その詳しい説明を省略するとともに、図1及び図2においては同一の符号を付している。

【0027】図1に示すように、本例の数値制御装置1は、上述した従来のPLC制御部55に一部機能を追加して構成されたPLC制御部6を備えてなり、表示制御部10及び寿命判定部9を備えた点で、上記PLC制御部55とその構成が異なっている。

【0028】前記寿命判定部9は、前記CNC制御部54からの工具交換指令を受信し、当該工具交換指令を受信する度に、1をカウントしてこれを累計し、累計したカウント数と予め設定された基準値と比較し、累計カウント数が基準値に達したかどうかを判定する処理部であり、前記累計カウント数や基準値、並びに累計カウント数が基準値に達したと判定された場合にはその信号（寿命認定信号）を前記表示制御部10に送信する。

【0029】尚、前記累計カウント数は前記工具交換機構部26の累計された工具交換回数を意味し、基準値はカムフォロア33、34を構成するベアリングが寿命に至ると予想される工具交換回数を意味する。そして、この基準値は、以下のようにして予め設定され、寿命判定部9に格納される。

【0030】即ち、まず、カムフォロア33、34を構成するベアリングが寿命に至るその動作時間（寿命時間）Lをそれぞれ次式によって算出する。

$$L = (a \times C) / (F \times N^{0.9})$$

ただし、aは定数、Cはベアリングの動定格荷重（一定）、Fはベアリングに作用する荷重、Nはベアリングの回転数である。

【0031】次に、1回の工具交換動作における各ベアリングの動作時間を実測若しくは理論的な演算によって取得する。そして、上式によって算出された各ベアリングの寿命時間Lをそれぞれの1回の（工具交換）動作時間  
10 時間で除して、各ベアリングについてこれが寿命となる工具交換回数を算出し、算出された工具交換回数内、最も小さい値を上記基準値として設定する。

【0032】また、前記表示制御部10は、前記寿命判定部9から前記累計カウント数及び基準値を受信して、これらの比率関係を図形化して、例えば、図2に示すような画面を、CNC制御部54を介してCRT11に表示させる。また、前記寿命判定部9から寿命認定信号を受信して、前記ベアリングの交換を要求するメッセージをCRT11に表示させる。尚、図2に示した表示画面では、前記基準値が「全寿命」と表示され、累計カウント数が「現在値（％）」と表示されており、ベアリング  
20 の消耗状況が一見して分かるようになっている。

【0033】以上の構成を備えた本例の（自動工具交換装置を備えた工作機械を構成する）数値制御装置1によれば、加工プログラムを実行処理することにより、或いは手動操作によってCNC制御部54からPLC制御部6に工具交換指令が送信されると、寿命判定部9は当該工具交換指令を受信する度に、1をカウントしてこれを累計し、累計したカウント数と予め設定された基準値と比較し、累計カウント数が基準値に達したかどうかを判定する。

【0034】そして、寿命判定部9によって、累計カウント数が基準値に達したと判定されると、前記ベアリングの交換を要求するメッセージがCRT11に表示される。また、CRT11にはベアリングの消耗状況が一見して分かるように、前記累計カウント数と基準値との比率関係を図形化した、図2に例示する如き画面が表示される。

【0035】このように、本例によれば、寿命判定部9によってベアリングの寿命を検出するようにしているので、前もって交換用のベアリングを用意し、当該ベア  
40 リングが寿命となる前にこれを交換するといった計画的なメンテナンスを行うことが可能となる。また、工作機械の稼働計画に合わせてその停止中にこのメンテナンス作業を行うようにすれば、更に稼働率の向上を図ることができる。また、ベアリングの消耗度合いをCRT11に表示するようにしているので、日々の消耗進行度合いを観察することで、何時ベアリングが寿命となるのかを容易に予測することが可能となり、そのメンテナンス計画の立案が容易となる。

【0036】尚、本例では、ベアリングが寿命に達した  
50

ときに、その交換を要求するメッセージをCRT11に表示するようにしたが、ランプやブザーにより警報を鳴らすようにしても良い。

【0037】また、工作機械によっては、例えば、大径の工具と小径の工具とを交換する場合には、主軸16に装着された現工具Tを工具マガジン21に返却した後、工具マガジン21側の次工具Tを主軸16に装着する  
10 いうように、工具交換にあたり工具交換機構部26が一連の交換動作を2回繰り返す一方、同径工具同士（大径工具同士及び小径工具同士）の交換の場合には、工具交換機構部26が一連の交換動作を一度だけ行うというように、工具径によって工具交換の動作態様が異なるように設定されたものがある。

【0038】このような場合に、上例のように、工具交換の実動作回数を一律にカウントして得られた累計カウント数と基準値とを単純に比較すると、上述した大径工具と小径工具とを交換する場合には、同径工具同士を交換する場合に比べて、ベアリング部の摩耗が2倍進行することから、正確な寿命判定を行うことができないとい  
20 う問題を生じる。

【0039】そこで、このような場合には、前記寿命判定部9においてカウントされる値に、各交換動作に要する時間に応じて重み付けを加えるようにする。具体的には、上記大径工具と小径工具とを交換する場合には、2をカウントして累計し、同径工具同士を交換する場合には1をカウントして累計するようにする。このようにすれば、交換動作の態様によって異なるベアリングの摩耗進行を正確に寿命判定に反映させることができ、当該寿命判定を正確に行うことが可能となる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る工作機械の数値制御装置などを示したブロック図である。

【図2】本実施形態に係るCRTに表示される表示画面の一例を示した説明図である。

【図3】従来例に係る工作機械の全体を示す正面図である。

【図4】図3に示した工具交換機構部の詳細を示す斜視図である。

40 【図5】従来例に係る工作機械の数値制御装置などを示したブロック図である。

【符号の説明】

- 1 数値制御装置
- 6 PLC制御部
- 9 寿命判断部
- 10 表示制御部
- 11 CRT
- 27 回転軸
- 28 交換アーム
- 33, 34 カムフォロア
- 50 35 ローラギヤカム

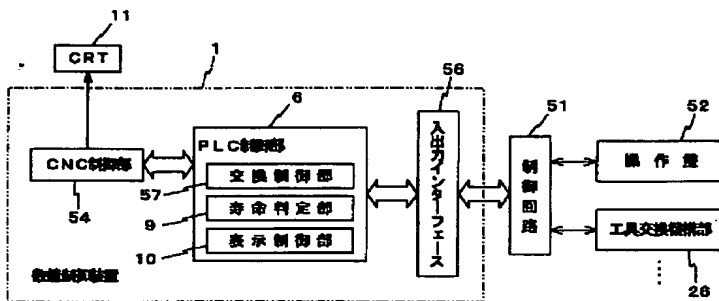
## 50 数值制御装置

## 5 2 操作盤

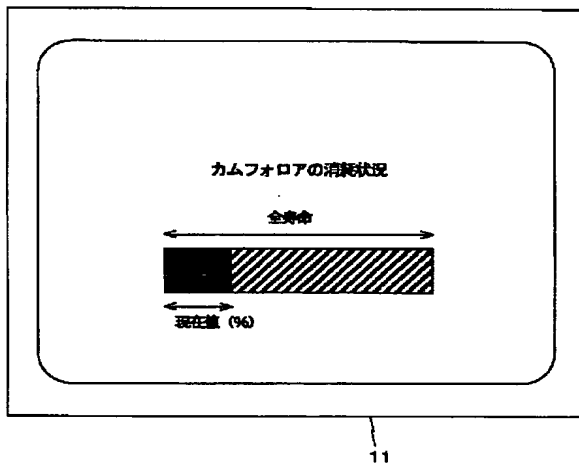
\* 54 CNC制御部

\* 55 PLC制御部

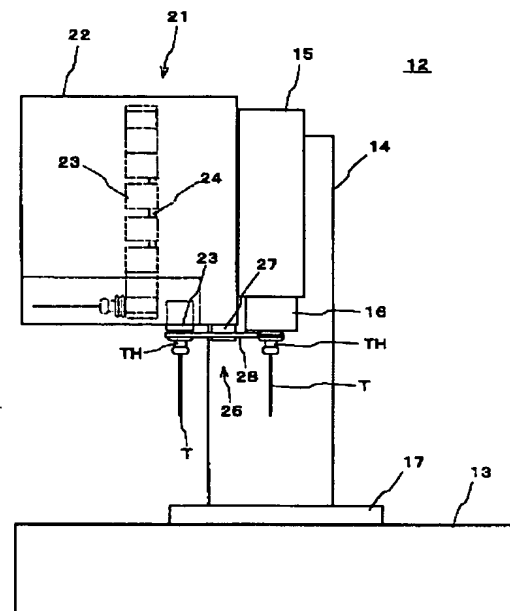
【図1】



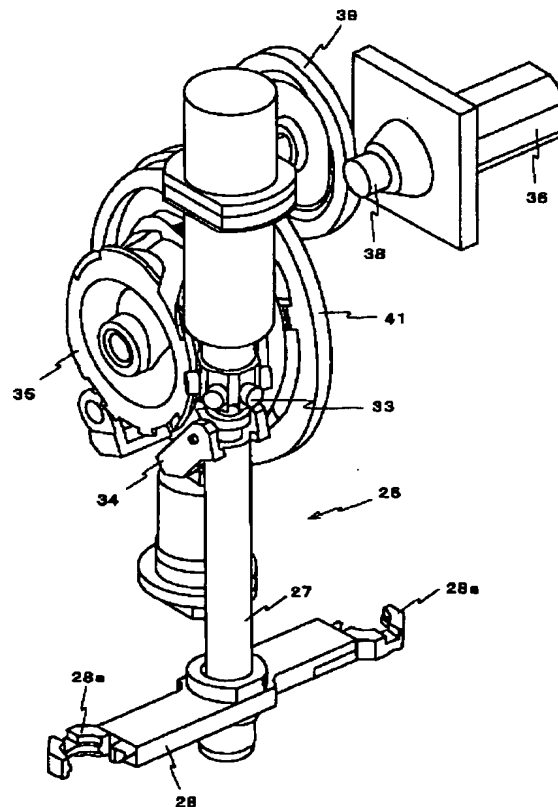
【图2】



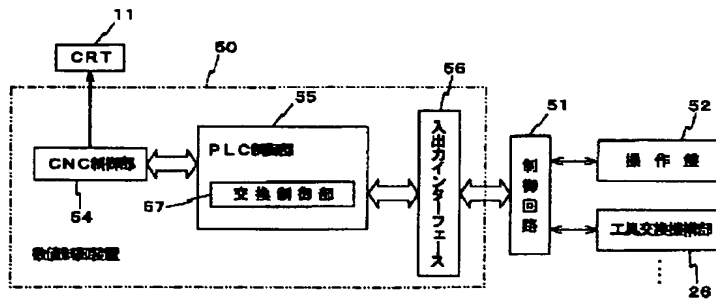
【圖 3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 赤松 良昭  
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式  
 会社森精機製作所内

(72)発明者 藤嶋 誠  
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式  
 会社森精機製作所内  
 Fターム(参考) 3C002 FF05 HH06 KK01